

SULIT



Second Semester Examination
2018/2019 Academic Session

June 2019

EAS152 – Strength of Materials
(Kekuatan Bahan)

Duration : 3 hours
(Masa : 3 jam)

Please check that this examination paper consists of **FOURTEEN (14)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT BELAS (14)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions : This paper consists of **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions.

Arahan : Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

...2/-

SULIT

-2-

1. (a). For the problem of a bar loaded with load P as shown in **Figure 1**,

*Untuk masalah bar yang dikenakan beban P seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 1**,*

- (i). compute the shear stress in the bolt at A

kirakan tegasan ricih dalam bolt pada A

- (ii). check if bearing stress between bar and bolt at A exceeds the limit of 200 MPa

semak samada tegasan galas antara bar dan bolt pada A melebihi had 200 MPa

[4 marks/markah]

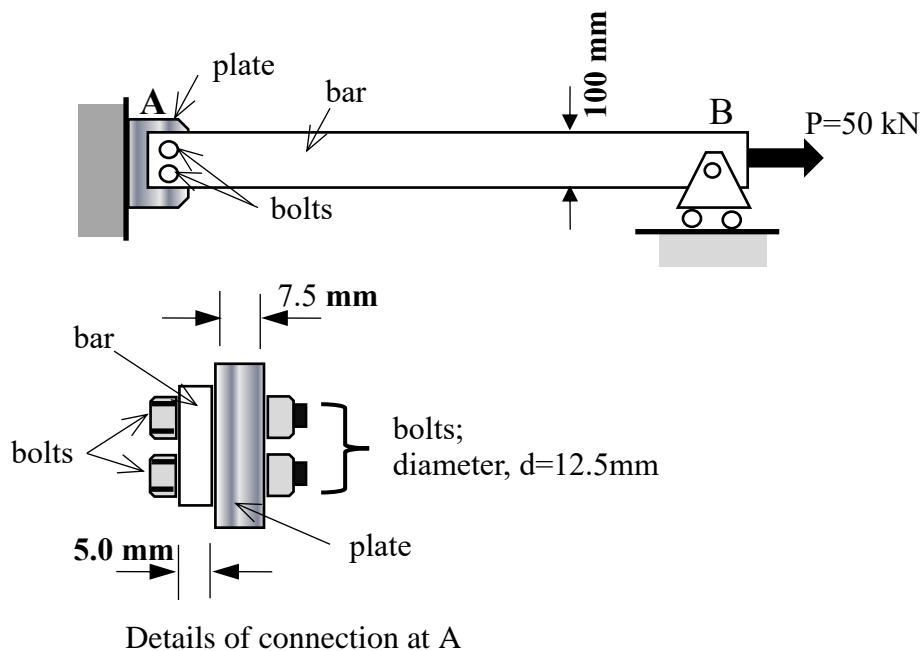


Figure 1 / Rajah 1

...3/-

-3-

- (b). A rigid vertical member ADBC in **Figure 2** is supported by a hinged joint at A and connected to a pair of inclined post BE by a hinged connection at B. The inclined posts are supported by a hinged support at E. Cross-sectional sizes of rigid vertical member ADBC and inclined post BE are 25 mm x 275 mm and 17.5 mm x 225 mm, respectively. Two concentrated loads P_1 and P_2 act on the rigid vertical member at points C and D, respectively. Details of connections at A, B and support E are also shown in the figure. Diameters of bolt used at support A, connection B and support E are 20 mm, 17.5 mm and 20 mm, respectively.

*Satu rasuk tegar ADBC dalam **Rajah 2** disokong oleh satu penyokong pin pada A dan disambung kepada satu anggota condong BE melalui satu sambungan pin pada B. Anggota condong BE disokong oleh penyokong jenis pin pada E. Saiz keratan rasuk tegar ADBC dan anggota condong BE adalah masing-masing 25 mm x 275 mm dan 17.5 mm x 225 mm. Dua beban tertumpu P_1 dan P_2 masing-masing bertindak ke atas rasuk tegar pada titik C dan D. Perincian sambungan pada A, B dan penyokong E juga ditunjuk dalam rajah. Garispusat bolt yang digunakan pada penyokong A, sambungan B dan penyokong E adalah masing-masing 20 mm, 17.5 mm dan 20 mm.*

Compute:

Kirakan:

- (i). normal stress in inclined post BE ;

tegasan normal dalam anggota condong BE;

- (ii). shear stress in bolt at B;

tegasan ricih dalam bolt pada B;

...4/-

-4-

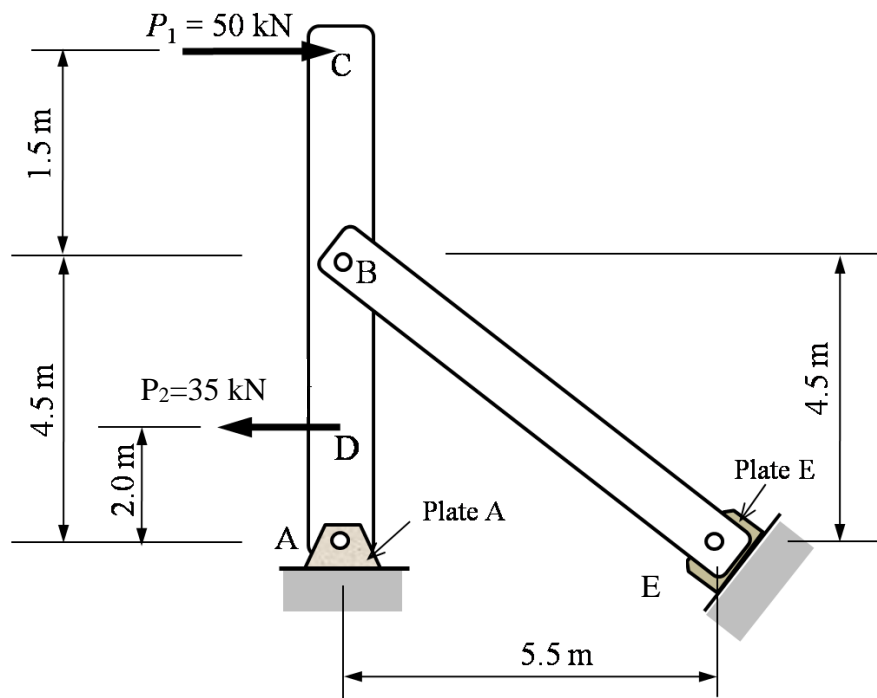
- (iii). maximum bearing stress on bolt at A;

tegasan galas maksimum ke atas bolt pada A

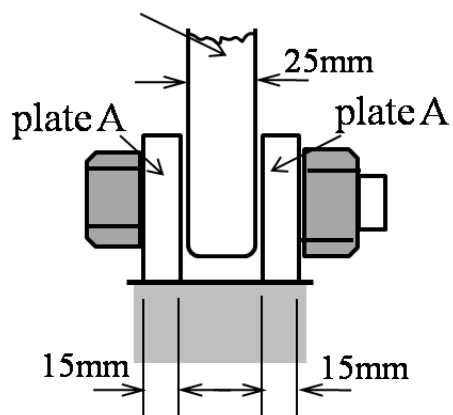
- (iv). shear stress in bolt at E;

tegasan ricih dalam bolt pada E

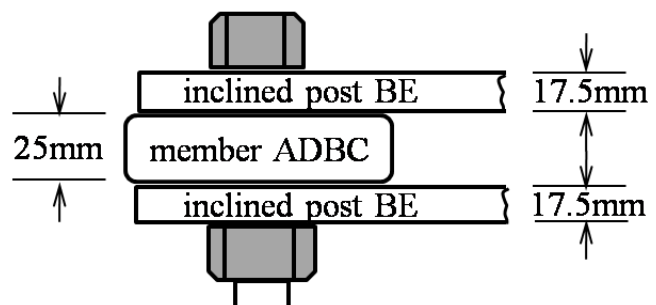
[16 marks/markah]



member ADBC



connection detail at A



connection detail at B

...5/-

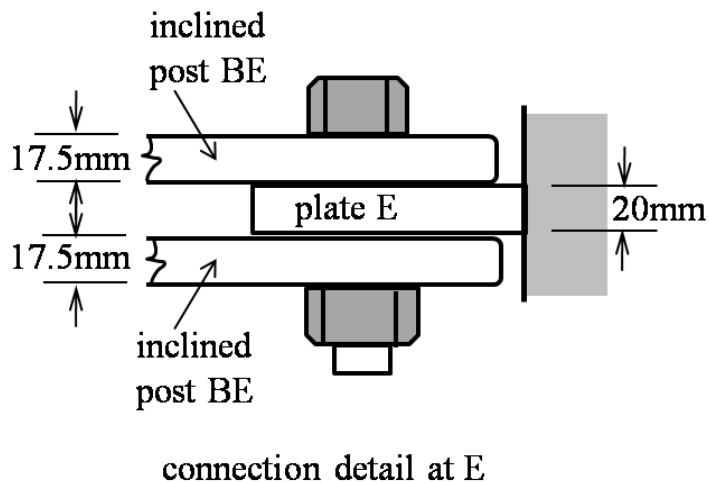


Figure 2 / Rajah 2

2. (a). For the stepped bar ABC in **Figure 3** which is subjected to load of 45 kN at B and 12 kN at C, determine the diameter d_{BC} of solid bar BC so that displacement at C is zero. Point A is fixed. Cross-sectional area of portion AB, length of AB and BC are shown in the figure. Material of the stepped bar has Young's modulus $E=200$ GPa.

*Untuk bar pelbagai keratan ABC dalam **Rajah 3** yang dikenakan beban 45 kN pada B dan 12 kN pada C, tentukan garispusat d_{BC} bar padu BC supaya anjakan pada C adalah kosong. Titik A adalah dipegang tegar. Luas keratan bahagian AB, panjang AB dan panjang BC adalah seperti yang ditunjukkan dalam rajah. Bahan bar pelbagai keratan mempunyai nilai modulus Young $E=200$ GPa.*

[5 marks/markah]

-6-

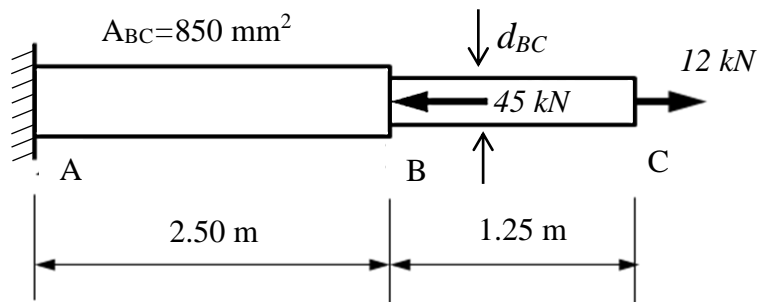


Figure 3 / Rajah 3

- (b). **Figure 4** shows a rigid horizontal beam ABCE which is supported by a pair of rectangular bar CD at C. Points A and D are pinned supports. The cross-sectional size of each of the rectangular bar is 35 mm \times 12.5 mm. Modulus of elasticity of the bar is $E=125$ GPa. Vertical loads of 17.5 kN and 45 kN act at points B and E, respectively.

Rajah 4 menunjukkan satu rasuk tegar ufuk ABCE yang disokong oleh sepasang bar segiempat tepat pada C. Titik A dan D adalah penyokong jenis pin. Saiz keratan setiap bar segiempat tepat adalah 35 mm \times 12.5 mm. Modulus keanjalan bar adalah $E=125$ GPa. Beban pugak 17.5 kN dan 45 kN masing-masing bertindak pada B dan E.

Compute:

Kira:

- (i). vertical displacement of point C
anjakan pugak titik C
- (ii). vertical displacement of point B
anjakan pugak titik B
- (iii). vertical displacement of point E
anjakan pugak titik E

...7/-

-7-

If it is given that the allowable displacement of point C is 0.50 mm and that the thickness of the rectangular bar CD should be kept unchanged, determine the required minimum width of rectangular bar CD.

Sekiranya diberi bahawa anjakan dibenarkan pada titik C adalah 0.5 mm dan tebal bar segiempat tepat CD harus dikekalkan, tentukan lebar minima yang diperlukan untuk bar segiempat tepat CD.

[15 marks/markah]

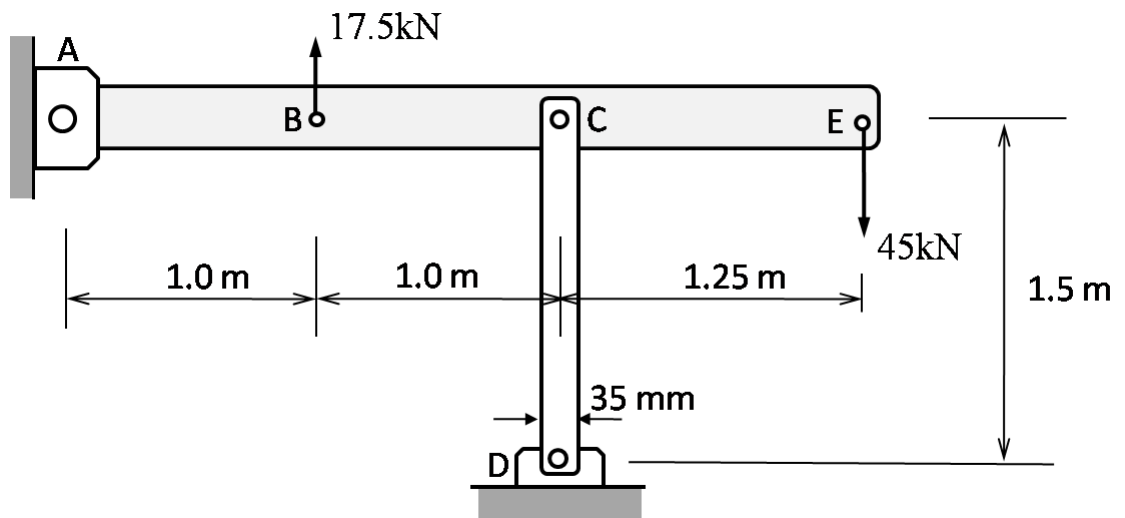


Figure 4 / Rajah 4

...8/-

3. A 3.9 m long, simply supported steel beam ACB with overhang AC is to carry the distributed and concentrated loads as shown in **Figure 5**.

*Sebatang rasuk keluli ACB dengan panjang 3.9 m yang disokong mudah dengan bahagian terjulur AC digunakan untuk membawa beban teragih seragam dan beban tumpu seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 5**.*

- (a). Calculate the shear force and bending moment using cut section method and draw the shear force and bending moment diagrams.

Kirakan daya ricih dan momen lentur dengan menggunakan kaedah keratan dan lukis gambarajah daya ricih dan momen lentur.

[18 marks/markah]

- (b). State the maximum value of shear force and bending moment.

Nyatakan nilai maksimum daya ricih dan momen lentur.

[2 marks/markah]

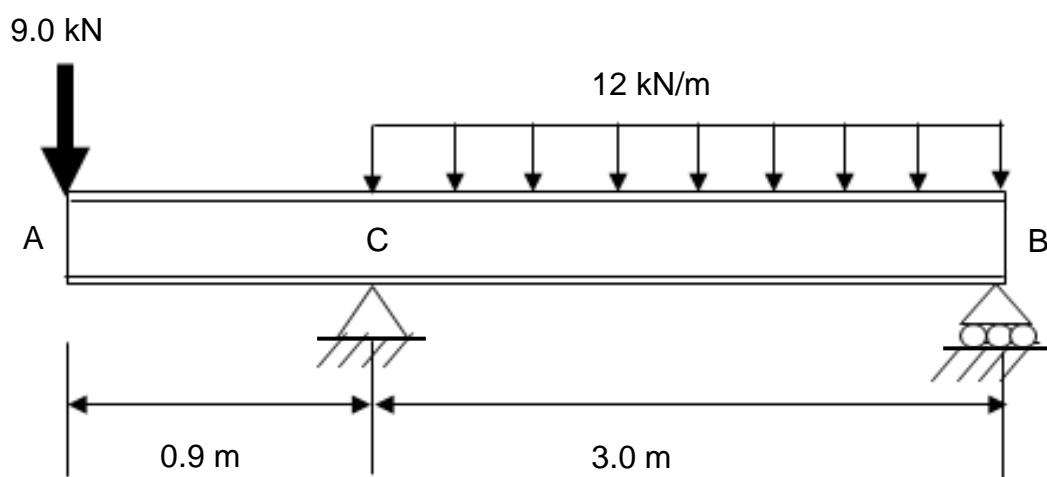


Figure 5 / Rajah 5

...9/-

4. (a). For the beam and loading shown in **Figure 6**,

*Untuk rasuk dan beban yang ditunjukkan dalam **Rajah 6**,*

- (i). design the cross section of the beam, knowing that the grade of timber used has an allowable bending stress of $12\,000\text{ kN/m}^2$.

rekabentuk keratan rasuk, diketahui gred kayu yang digunakan mempunyai tegasan lentur yang dibenarkan sebanyak $12\,000\text{ kN/m}^2$.

- (ii). prove that the cross-section obtained in (i) for the beam indicated is acceptable if the allowable shearing stress for the timber used is 1500 kN/m^2 .

buktikan rekabentuk yang diperolehi dalam (i) untuk rasuk boleh diterima jika tegasan ricih yang dibenarkan untuk kayu adalah 1500 kN/m^2 .

[10 marks/markah]

- (b). (i). Calculate the maximum deflection of the beam shown in **Figure 6** using the dimension from part (a). Given the modulus of elasticity, $E = 12.5\text{ GPa}$.

*Kirakan pesongan maksimum untuk rasuk yang ditunjukkan dalam **Rajah 6** dengan menggunakan dimensi dari bahagian (a). Diberikan modulus keanjalan, $E = 12.5\text{ GPa}$.*

...10/-

- (ii). Propose two methods to reduce the maximum deflection of the beam.

Cadangkan dua kaedah untuk mengurangkan pesongan maksimum rasuk berkenaan.

[10 marks/markah]

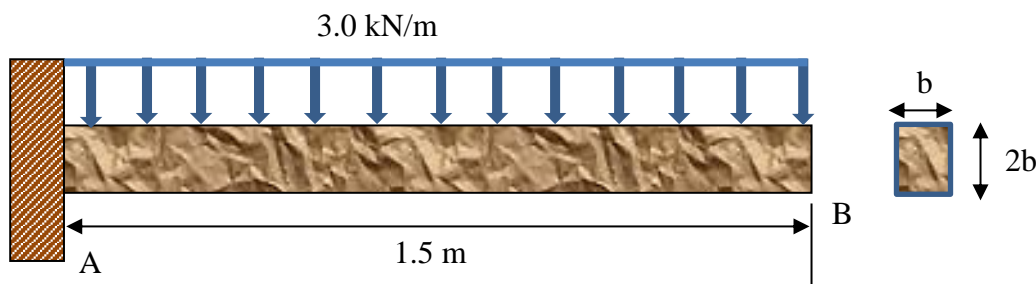


Figure 6 / Rajah 6

5. (a). Using a circular bar as an example explain how torsion can be applied to a bar. Sketch the deformed shape and the failure mode of a bar subjected to torsion.

Dengan menggunakan satu bar bulat sebagai contoh jelaskan bagaimana kilasan boleh dikenakan ke atas bar. Lakarkan ubah bentuk dan mod kegagalan untuk bar dikenakan kilasan.

[4 marks/markah]

- (b). A stepped shaft *ABCD* consisting of circular hollow segments is subjected to three torques as shown in **Figure 7**. The thickness of each segment is 10 mm. The torques have magnitudes of 6000 Nm, 4500 Nm and 2000 Nm. End A is fixed and the material is steel with shear modulus of elasticity $G = 80$ GPa.

Satu aci pelbagai saiz ABCD terdiri daripada segmen bulat berongga dikenakan tiga momen kilasan seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 7**. Ketebalan setiap segmen ialah 10 mm. Magnitud momen kilasan ialah 6000 Nm, 4500 Nm dan 2000 Nm. Hujung A adalah terikat dan bahan ialah keluli dengan modulus kekenyalan ricih $G = 80 \text{ GPa}$.

- (i). Calculate the maximum shear stress of each segment in the shaft.

Kira tegasan ricih maksimum untuk setiap segmen aci.

- (ii). Calculate the angle of twist at end D.

Kira sudut kilasan di hujung D.

[12 marks/markah]

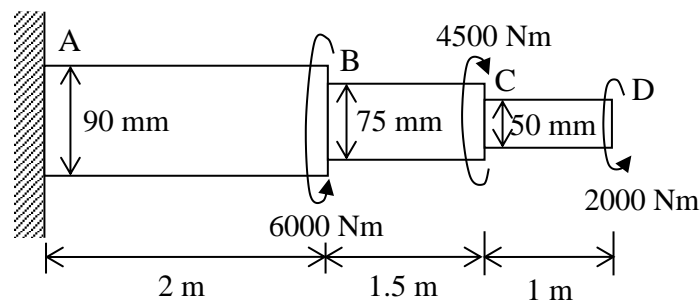


Figure 7 / Rajah 7

- (c). A ball screw is connected to a motor to produce linear motion of a sliding table as shown in **Figure 8**. If one complete rotation of the ball screw will produce 3 mm displacement of the sliding table, what is the torque of the motor required to generate 50 mm amplitude motion of the sliding table at 2 Hz? Given the power of the motor is 3000 W.

...12/-

Sebatang skru bebola disambungkan ke sebuah motor untuk menghasilkan gerakan linear bagi sebuah meja gelongsor seperti ditunjukkan dalam **Rajah 8**. Jika satu pusingan lengkap skru bebola akan menghasilkan 3 mm anjakan bagi meja gelongsor, apakah momen kilasan motor yang diperlukan untuk menghasilkan amplitud gerakan linear meja gelongsor 50 mm pada 2 Hz? Diberikan kuasa motor ialah 3000 W.

[4 marks/markah]

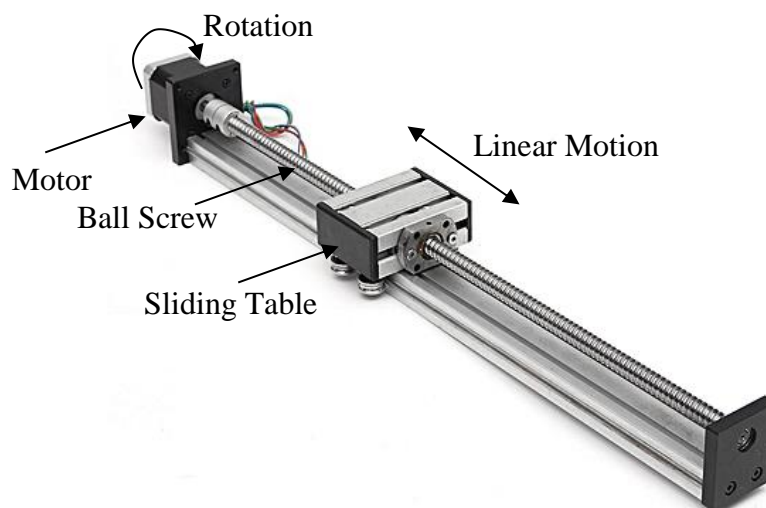


Figure 8 / Rajah 8

6. Determine the equivalent state of stress on an element at the same point for the following cases with respect to the element shown in **Figure 9** using Mohr's circle. Normal stress in x and y directions are 50 N/mm^2 and 70 N/mm^2 , respectively, while shear stress is 30 N/mm^2 . Sketch the corresponding element for each result.

*Tentukan tegasan setara pada elemen di titik yang sama untuk kes-kes berikut berdasarkan elemen yang ditunjukkan dalam **Rajah 9** menggunakan bulatan Mohr. Tegasan normal elemen dalam arah x dan y masing-masing ialah 50 N/mm^2 and 70 N/mm^2 , manakala tegasan ricih ialah 30 N/mm^2 . Lakarkan elemen berkenaan untuk setiap jawapan.*

- (a). The principal stress and the corresponding orientation.

Tegasan utama dan arah putarannya.

- (b). The maximum in-plane shear stress and the associated average normal stress and the corresponding orientation.

Tegasan ricih dalam satah maksimum beserta tegasan normal purata dan arah putarannya.

- (c). The stresses at an angle of 25° and 55° . Both in counter clockwise directions.

Tegasan pada sudut 25° dan 55° . Kedua-duanya dalam arah lawan pusingan jam.

[20 marks/markah]

-14-

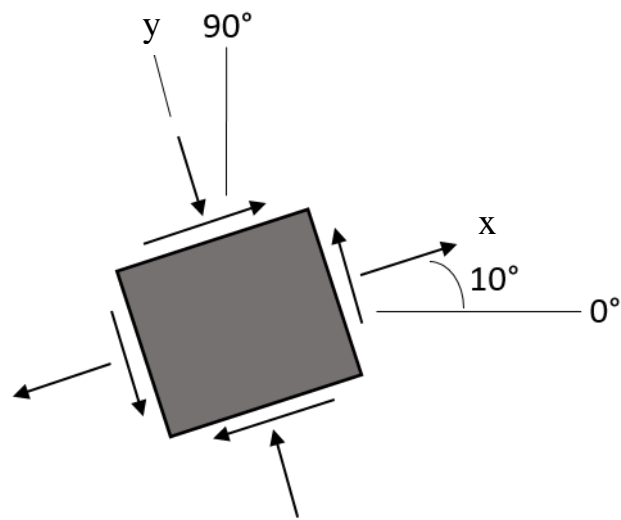


Figure 9 / *Rajah 9*

-oooOOOooo-